

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局



PCT



(10) 国际公布号

WO 2010/072044 A1

(43) 国际公布日
2010 年 7 月 1 日 (01.07.2010)

- (51) 国际专利分类号:
H01H 49/00 (2006.01) B81C 1/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2009/001163
- (22) 国际申请日: 2009 年 10 月 20 日 (20.10.2009)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
200810240592.9 2008 年 12 月 25 日 (25.12.2008) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 北京大学 (PEKING UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国北京市海淀区颐和园路 5 号, Beijing 100871 (CN)。
- (72) 发明人; 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): 陈兢 (CHEN, Jing) [CN/CN]; 中国北京市海淀区颐和园路 5 号北京大学微电子所, Beijing 100871 (CN)。舒琼 (SHU, Qiong) [CN/CN]; 中国北京市海淀区颐和园路 5 号北京大学微电子所, Beijing 100871 (CN)。张轶铭 (ZHANG, Yiming) [CN/CN]; 中国北京市海淀区颐和园路 5 号北京大学微电子所, Beijing 100871 (CN)。
- (74) 代理人: 北京君尚知识产权代理事务所 (普通合伙) (BEIJING JOYSHINE INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国北京市海淀区北四环

西路 68 号左岸工社 1316-1317 室, Beijing 100080 (CN)。

- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则 4.17 的声明:

- 发明人资格(细则 4.17(iv))

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: METHOD FOR PREPARING A MICRO-ELECTRO-MECHANICAL SYSTEMS MECHANICAL RELAY BASED ON METALLIC TITANIUM

(54) 发明名称: 一种基于金属钛的 MEMS 机械继电器的制备方法

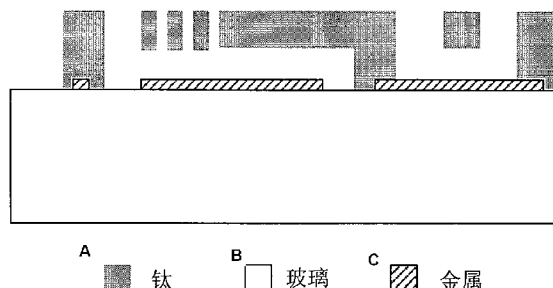


图 1 (e) / Fig. 1(e)

(57) Abstract: A method for preparing a MEMS relay based on metallic titanium. The method involves patterning a titanium substrate through photo-etching, and forming a shallow groove through etching; selecting glass matched with metallic titanium in thermal expansion coefficient; forming a metal connecting line on a surface of the glass; carrying out anodic bonding between the titanium substrate and the glass substrate; thinning and patterning a back side of the titanium substrate via photo-etching; and carrying out deep etching to drill through the titanium substrate to form a MEMS relay.

[见续页]

(57) 摘要:

一种基于金属钛的 MEMS 继电器的制备方法，该方法包括：对钛基底光刻图形化，蚀刻形成浅槽；选择热膨胀系数与金属钛匹配的玻璃，在玻璃的表面制备金属连线；将钛基底和玻璃基底之间进行阳极键合；对钛基底进行背面减薄及光刻图形化，并进行深刻蚀，以穿通钛基底，形成 MEMS 继电器。

一种基于金属钛的 MEMS 机械继电器的制备方法

技术领域

本发明是关于微电子机械系统（MEMS）微加工技术，具体涉及一种基于金属钛的 MEMS 机械继电器的制备方法。

背景技术

微机械继电器依靠机械移动实现对信号传输线的继电器控制，具有低插损、高线性、高隔离度等 CMOS 继电器无法比拟的优点。随着 MEMS（微电子机械系统）技术的发展，在同一衬底上大批量、低成本、高密度集成包括继电器/继电器在内的微小机械结构成为可能，但目前 MEMS 继电器都使用硅作为结构材料，硅材料本身导电性能不佳，所以需要在侧墙接触面形成一层金属，普通淀积方法难以完成侧墙覆盖，虽然采用局部电镀、溅射、蒸发等方法，或使用 Shadow Mask 等特殊工艺能形成侧墙覆盖，但膜的质量仍然不如平面生长，长时间工作将导致接触失效，包括接触点融合造成的无法关断和接触退化造成的接触电阻激增甚至绝缘，在传输大电流和使用热驱动继电器时，失效问题尤其严重。

传统继电器均使用金属做为结构材料，其功能和可靠性已经过大量实践考验。如果能使用金属材料制作 MEMS 继电器，不仅能很好的解决接触电阻问题，还可以减小系统失效。与硅相比，金属材料不仅具有很好的导电性，还具有很好的延展性和抗冲击强度，其断裂韧性通常比硅材料高两个数量级，使用金属材料制作可动接触零部件其可靠性更高。但目前对于高深宽比的金属微机械继电器的加工，还没有一种成熟的方法。

发明内容

本发明克服了现有技术中的不足，提供了一种基于金属钛的 MEMS 机械继电器的制备方法。

本发明的技术方案是：

一种基于金属钛的 MEMS 机械继电器的制备方法，其步骤包括：

- 1)对钛基底光刻图形化，刻蚀形成浅槽；
- 2)选择热膨胀系数与钛匹配的玻璃，在玻璃的表面制备金属连线；

3)将钛基底和玻璃基底进行阳极键合；

4)对钛基底进行背面减薄，光刻图形化，并进行深刻蚀，穿通钛基底，形成 MEMS 机械继电器。

所述玻璃为 D263T、钠钙玻璃、FOTURAN 玻璃、B270 玻璃。

所述步骤 1) 形成的浅槽的高度为 $5\mu\text{m}$ — $10\mu\text{m}$ 。

所述金属钛基底和玻璃基底阳极键合的参数可为：温度 $350\text{--}450^{\circ}\text{C}$ ，电压 $350\text{--}750\text{V}$ ，压力 $1000\text{--}2000\text{N}$ 。

所述步骤 4)中所述深刻蚀具体为，刻蚀气体为氯气，刻蚀参数为：线圈功率 $300\text{--}500\text{W}$ ，平板功率 $50\text{W--}200\text{W}$ ，气体流量 $30\text{--}70\text{sccm}$ 。

与现有技术相比，本发明的有益效果是：

通过钛-玻璃阳极键合、化学机械抛光和钛深刻蚀等工艺，可在玻璃衬底上实现低成本、高精度、高深宽比的金属钛三维可动结构的加工，从而实现了基于金属钛的 MEMS 机械继电器。

附图说明

图 1 为制备本发明 MEMS 机械继电器的工艺流程图。

具体实施方式

下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细描述：

一、衬底的制备：选用钛基底作为结构材料；选用热膨胀系数与钛基底（热膨胀系数为 $8.6\text{--}9.4\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ ）匹配的玻璃基底作为衬底，比如 D263T 玻璃（ 7.2 ）、钠钙玻璃（ 9.4 ）、FOTURAN 玻璃（ 8.6 ），B270 玻璃（ 9.4 ）等。

二、钛基底表面光刻图形化，并刻蚀形成浅槽，如 $5\text{--}10\mu\text{m}$ 深，如图 1（a）。

三、玻璃表面淀积一层金属，比如 200nm 的金、铜等，光刻图形化，形成金属连线，如图 1（b）。

四、钛基底和玻璃基底进行阳极键合，如图 1（c），键合参数为：温度 $350\text{--}450^{\circ}\text{C}$ ，电压 $350\text{--}750\text{V}$ ，压力 $1000\text{--}2000\text{N}$ ，真空，持续 30min 。

五、钛基底减薄，并进行深刻蚀，将钛基底刻蚀穿通；

具体为，钛基底减薄，通过化学机械抛光的方法，将基片减薄至合适的厚度，如 20-100 μm （图 1d）。

然后，钛基底表面淀积深刻蚀掩膜，如厚约 20 μm 的 SU8 光刻胶、金属或氧化物硬掩膜等，并图形化；

通过深刻蚀，将钛基底刻蚀穿通（图 1e），刻蚀气体为氯气，刻蚀参数为：线圈功率 300-500W，平板功率 50-200W，气体流量 30-70sccm，气压 3mT。

以上通过详细实施例描述了本发明所提供的 MEMS 机械继电器的制备方法，本领域的技术人员应当理解，在不脱离本发明实质的范围内，可以对本发明做一定的变形或修改；其制备方法也不限于实施例中所公开的内容。

权利要求书

1、一种基于金属钛的 MEMS 机械继电器的制备方法，其步骤包括：

1)对钛基底光刻图形化，刻蚀形成浅槽；

2)选择热膨胀系数与金属钛匹配的玻璃，在玻璃的表面制备金属连线；

3)将钛基底和玻璃基底进行阳极键合；

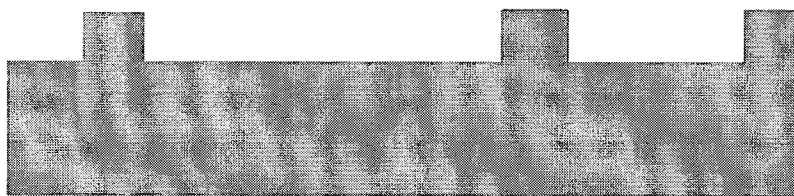
4)对钛基底进行背面减薄，光刻图形化，并进行深刻蚀，穿通钛基底，形成 MEMS 机械继电器。

2、如权利要求 1 所述的制备方法，其特征在于，所述玻璃为 D263T 玻璃、钠钙玻璃 FOTURAN 玻璃或 B270 玻璃。

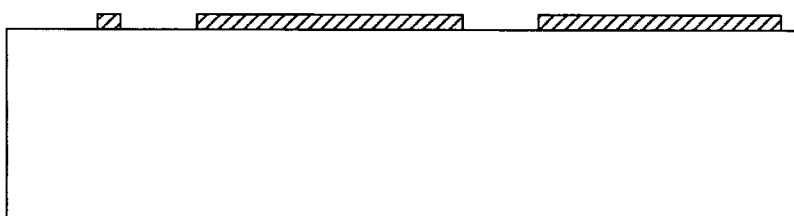
3、如权利要求 1 或 2 所述的制备方法，其特征在于，所述步骤 1) 形成的浅槽的高度为 $5\mu\text{m}$ — $10\mu\text{m}$ 。

4、如权利要求 1 或 2 所述的制备方法，其特征在于，所述钛基底和玻璃基底阳极键合的参数为：温度 $350\text{--}450^{\circ}\text{C}$ ，电压 $350\text{--}750\text{V}$ ，压力 $1000\text{--}2000\text{N}$ 。

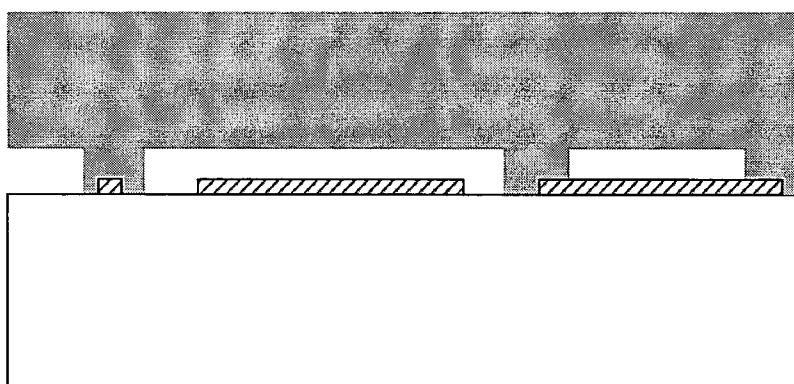
5、如权利要求 1 或 2 所述的制备方法，其特征在于，所述步骤 4)中所述深刻蚀具体为，刻蚀气体为氯气，刻蚀参数为：线圈功率 $300\text{--}500\text{W}$ ，平板功率 $50\text{W--}200\text{W}$ ，气体流量 $30\text{--}70\text{sccm}$ 。



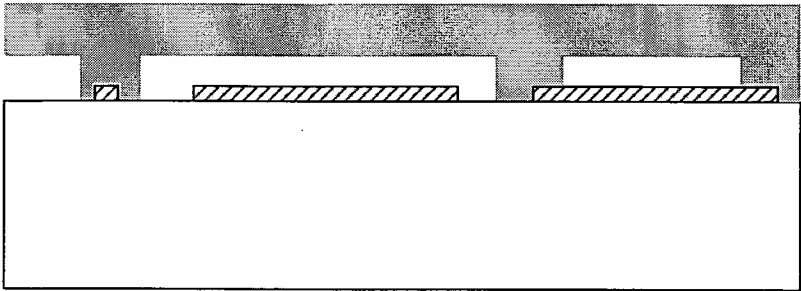
(a)



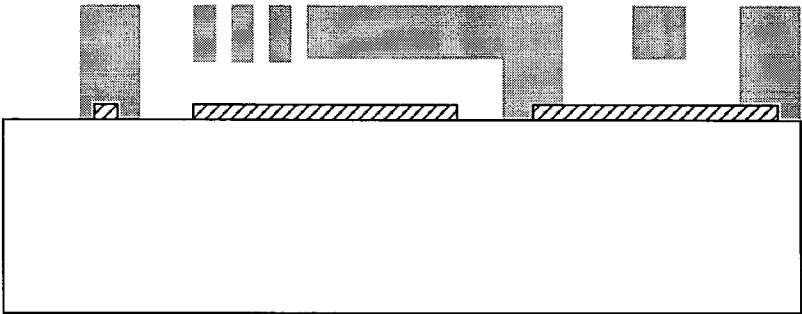
(b)



(c)



(d)



(e)

■ 钛 □ 玻璃 ▨ 金属

图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2009/001163

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: H01H 49, H01 H36, B81C 1/00, H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI ; EPODOC ; CNPAT ; CNKI

titanium, ti ,glass, sio2, substrate, bonding ,anodic ,mems , micro

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN101447369 A (UNIV BEIJING) 03 Jun.2009 (03.06.2009) claims 1-5,figs.1(a) -1 (e)	1-5
A	CN1817784A(SHANGHAI MICRO SYSTEM AND INFO)16 Aug. 2006 (16.08.2006)the whole document	1-5
A	CN1301665A (SENSOROR AS) 04 Jul. 2001 (04.07.2001) the whole document	1-5
A	US2007/234794 A1 (KANG Y) 11.Oct 2007(11.10.2007)the whole document	1-5
A	WO02/057180 A2 (HONEYWELL INT INC) 25 Jul. 2002 (25.07.2002) the whole document	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&”document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 06 Jan. 2010(06.01.2010)	Date of mailing of the international search report 28 Jan. 2010 (28.01.2010)
Name and mailing address of the ISA/CN The State Intellectual Property Office, the P.R.China 6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China 100088 Facsimile No. 86-10-62019451	Authorized officer PENG Hui Telephone No. (86-10)62411726

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2009/001163

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN101447369 A	03.06.2009	None	
CN1817784A	16.08.2006	CN100494046C	03.06.2009
CN1301665A	04.07.2001	BR0005727A	07.08.2001
		KR20010070294A	25.07.2001
		JP2001284493A	12.10.2001
		EP1110905A1	27.06.2001
		US6756138B1	29.06.2004
US2007/234794 A1	11.10.2007	US7395706 B2	08.07.2008
		TW299787B1	11.08.2008
		TW200739050A	16.10.2007
WO02/057180 A2	25.07.2002	US2002/081821A1	27.06.2002
		US6582985B2	24.06.2003
		EP1345844A2	24.09.2003
		TW521060B	21.02.2003
		AU2002245176A1	30.07.2002
		AT447538T	15.11.2009

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2009/001163

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01H 49/00 (2006.01) i

B81C 1/00 (2006.01) i

A. 主题的分类

见附加页

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: H01H 49, H01 H36, B81C 1/00, H01L

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

WPI ; EPODOC ; CNPAT ; CNKI

钛, 玻璃, 键合, 金属, 基片, 衬底, MEMS, 微机电, titanium, ti ,glass, sio2, substrate, bonding ,anodic ,mems , micro

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN101447369 A (北京大学) 03.6 月 2009 (03.06.2009) 权利要求 1-5, 附图 1 (a) -1 (e)	1-5
A	CN1817784A (中国科学院上海微系统与信息技术研究所) 16.8 月 2006 (16.08.2006) 全文	1-5
A	CN1301665A (森桑诺尔有限公司) 04.7 月 2001 (04.07.2001) 全文	1-5
A	US2007/234794 A1 (KANG Y) 11.10 月 2007 (11.10.2007) 全文	1-5
A	WO02/057180 A2 (HONEYWELL INT INC) 25.7 月 2002 (25.07.2002) 全文	1-5



其余文件在 C 栏的续页中列出。



见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

06.1 月 2010 (06.01.2010)

国际检索报告邮寄日期

28.1 月 2010 (28.01.2010)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员

彭慧

电话号码: (86-10) 62411726

国际检索报告

关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2009/001163

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN101447369 A	03.06.2009	无	
CN1817784A	16.08.2006	CN100494046C	03.06.2009
CN1301665A	04.07.2001	BR0005727A	07.08.2001
		KR20010070294A	25.07.2001
		JP2001284493A	12.10.2001
		EP1110905A1	27.06.2001
		US6756138B1	29.06.2004
US2007/234794 A1	11.10.2007	US7395706 B2	08.07.2008
		TW299787B1	11.08.2008
		TW200739050A	16.10.2007
WO02/057180 A2	25.07.2002	US2002/081821A1	27.06.2002
		US6582985B2	24.06.2003
		EP1345844A2	24.09.2003
		TW521060B	21.02.2003
		AU2002245176A1	30.07.2002
		AT447538T	15.11.2009

A. 主题的分类

H01H 49/00 (2006.01) i

B81C 1/00 (2006.01) i